

**PENGARUH MEDIA PEMBELAJARAN PHET SIMULATION TERHADAP HASIL
BELAJAR SISWA PADA MATERI PERUBAHAN ENERGI DI KELAS V
SDN 1 BEUREUNUEN**

Fathiya Salsabila¹, Intan Safiah², Suci Fitriani³

^{1,2,3}Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

1chacha.salsabila2004@gmail.com, 2intan.afia@usk.ac.id,

3fitrianisuci2015@gmail.com

ABSTRACT

The low learning outcomes of students in the science subject of energy changes in grade V of SDN 1 Beureunuen are influenced by the use of less than optimal learning media and limited laboratory facilities. PhET Simulation media is seen as an alternative learning because it is able to visualize abstract concepts and replace the limitations of practical activities. This study aims to determine the effect of using PhET Simulation media on student learning outcomes in energy changes. This study uses a quantitative approach with a quasi-experimental method and a Non-Equivalent Control Group design. The research sample consists of class VA as the experimental class and class VC as the control class with a total of 36 students. Data collection was carried out through multiple choice tests. Data analysis includes calculating N-Gain as well as normality tests, homogeneity tests, and hypothesis testing using Mann-Whitney U. The results showed that the average N-Gain of the experimental class was higher than the control class. The hypothesis test produced a significance value (2-tailed) of 0.000 < 0.05, so H_0 was rejected and H_1 was accepted. Thus, the use of PhET simulation media significantly impacted student learning outcomes in the topic of energy transformation.

Keywords: *PhET simulation, learning outcomes, energy transformation*

ABSTRAK

Rendahnya hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran IPA materi perubahan energi di kelas V SDN 1 Beureunuen dipengaruhi oleh penggunaan media pembelajaran yang kurang optimal serta keterbatasan fasilitas laboratorium. Media *PhET Simulation* dipandang sebagai alternatif pembelajaran karena mampu memvisualisasikan konsep abstrak dan mengantikan keterbatasan kegiatan praktikum. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan media *PhET Simulation* terhadap hasil belajar peserta didik pada materi perubahan energi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode quasi eksperimen dan desain *Non-Equivalent Control Group*. Sampel penelitian terdiri atas kelas VA sebagai kelas eksperimen dan kelas VC sebagai kelas kontrol dengan jumlah 36 peserta didik. Pengumpulan data dilakukan melalui tes pilihan ganda. Analisis data meliputi perhitungan N-Gain serta uji normalitas, uji

homogenitas, dan uji hipotesis menggunakan uji *Mann-Whitney U*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata N-Gain kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Uji hipotesis menghasilkan nilai signifikansi (2-tailed) sebesar 0,000 < 0,05, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian, penggunaan media *PhET Simulation* berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar peserta didik pada materi perubahan energi.

Kata Kunci: *PhET Simulation*, hasil belajar, perubahan energi

A. Pendahuluan

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan mata pelajaran yang berperan penting dalam membangun pemahaman peserta didik terhadap fenomena alam dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu materi IPA kelas V sekolah dasar adalah perubahan energi, yang meliputi energi panas, gerak, listrik, bunyi, dan cahaya. Materi ini menjadi dasar bagi pemahaman konsep sains pada jenjang pendidikan selanjutnya, sehingga perlu dipahami secara optimal sejak dini.

Perubahan energi merupakan peristiwa perubahan suatu bentuk energi ke bentuk energi lainnya tanpa menghilangkan energi tersebut sesuai dengan hukum kekekalan energi (Putri, 2022). Dalam kehidupan sehari-hari, perubahan energi dapat dijumpai pada berbagai aktivitas, seperti perubahan energi listrik menjadi energi panas, energi kimia menjadi energi gerak, serta energi cahaya menjadi energi

listrik (Kurniawan et al., 2020; Hasrul, 2021). Namun, materi ini bersifat abstrak sehingga sering menimbulkan kesulitan bagi peserta didik sekolah dasar.

Berdasarkan hasil observasi awal di kelas V SDN 1 Beureunuen, hasil belajar siswa pada materi perubahan energi masih belum optimal. Hal ini dipengaruhi oleh keterbatasan fasilitas praktikum IPA serta penggunaan metode pembelajaran konvensional yang kurang melibatkan siswa secara aktif (Mukin et al., 2025; Lestari et al., 2022). Minimnya penggunaan media pembelajaran interaktif juga berdampak pada rendahnya motivasi belajar siswa (Arum et al., 2024).

Salah satu alternatif media pembelajaran yang dapat digunakan adalah *PhET Simulation*, yaitu media simulasi virtual yang menyediakan visualisasi interaktif fenomena sains. *PhET Simulation* memungkinkan peserta didik melakukan eksplorasi dan eksperimen secara virtual

sehingga konsep perubahan energi dapat dipahami secara lebih konkret. Penggunaan media ini dinilai mampu meningkatkan pemahaman konsep, keterlibatan aktif, dan hasil belajar peserta didik (Masita et al., 2020; Salam et al., 2024).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *PhET Simulation* efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik pada pembelajaran sains (Badriyah et al., 2023; Puteri, 2025). Namun, penelitian terkait penggunaan *PhET Simulation* pada pembelajaran IPA sekolah dasar, khususnya materi perubahan energi kelas V, masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan media pembelajaran *PhET Simulation* terhadap hasil belajar siswa pada materi perubahan energi di kelas V SDN 1 Beureunuen.

B. Metode Penelitian

Jenis penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen semu (quasi experiment). Desain penelitian yang digunakan adalah Non-Equivalent Control Group Design, yaitu desain eksperimen yang melibatkan dua kelompok, yaitu

kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, tanpa pengacakan subjek secara penuh (Sugiyono, 2013). Desain ini dipilih karena pengelompokan siswa telah ditentukan oleh pihak sekolah sehingga peneliti tidak memungkinkan untuk melakukan randomisasi secara menyeluruh.

Subjek Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas V SDN 1 Beureunuen tahun ajaran 2024/2025 yang terdiri atas tiga kelas. Sampel penelitian ditentukan menggunakan teknik purposive sampling, dengan mempertimbangkan kesamaan kemampuan akademik berdasarkan nilai rata-rata semester sebelumnya dan hasil wawancara dengan guru kelas.

Kelas V A yang berjumlah 18 siswa ditetapkan sebagai kelas eksperimen yang mendapatkan pembelajaran menggunakan media *PhET Simulation*, sedangkan kelas V C yang berjumlah 18 siswa ditetapkan sebagai kelas kontrol yang memperoleh pembelajaran dengan metode konvensional. Jumlah total sampel dalam penelitian ini adalah 36 siswa.

Instrument penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes hasil belajar yang terdiri atas soal pre-test dan post-test dalam bentuk pilihan ganda sebanyak 20 butir soal. Soal tes diadaptasi dari penelitian Lestari et al. (2022) dan telah diuji validitas serta dinyatakan layak digunakan. Instrumen disusun berdasarkan indikator dan tujuan pembelajaran materi perubahan energi kelas V. Skor maksimum yang dapat diperoleh adalah 100 dengan kriteria ketuntasan minimal sebesar 65.

Teknik pengumpulan data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui metode tes, yaitu pre-test dan post-test. Pre-test diberikan kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol sebelum perlakuan untuk mengetahui kemampuan awal siswa. Selanjutnya, post-test diberikan setelah proses pembelajaran untuk mengetahui hasil belajar siswa setelah diberikan perlakuan. Instrumen tes yang digunakan pada pre-test dan post-test adalah sama agar hasil pengukuran dapat dibandingkan secara objektif.

Teknik analisis data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan bantuan perangkat

lunak Microsoft Excel dan SPSS versi 25. Teknik analisis data yang digunakan meliputi uji N-Gain, uji normalitas, uji homogenitas, dan uji hipotesis.

Uji N-Gain digunakan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Data dinyatakan tidak berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (sig.) $< \alpha$ ($\alpha = 0,05$). Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui kesamaan varians data. Data dinyatakan homogen apabila nilai signifikansi (sig.) $> \alpha$ ($\alpha = 0,05$), dan tidak homogen apabila nilai signifikansi (sig.) $< \alpha$ ($\alpha = 0,05$).

Selanjutnya, uji hipotesis dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh penggunaan media *PhET Simulation* terhadap hasil belajar peserta didik kelas V A SDN Beureunuen. Pengujian hipotesis menggunakan uji nonparametrik *Mann-Whitney U*. Kriteria pengambilan keputusan adalah apabila nilai sig. (2-tailed) $< \alpha$ ($\alpha = 0,05$), maka H_1 diterima dan H_0 ditolak.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SDN 1 Beureunuen pada bulan November 2025 dengan subjek penelitian sebanyak 36 peserta didik kelas V yang terbagi ke dalam kelas eksperimen dan kelas kontrol. Data hasil belajar siswa diperoleh melalui pre-test dan post-test berupa 20 soal pilihan ganda pada materi perubahan energi. Kelas eksperimen melaksanakan pembelajaran menggunakan media *PhET Simulation*, sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional.

Hasil analisis statistik deskriptif menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar pada kedua kelas. Rata-rata nilai pre-test kelas eksperimen sebesar 38,89 dan meningkat menjadi 75,83 pada post-test. Sementara itu, rata-rata nilai pre-test kelas kontrol sebesar 34,17 dan meningkat menjadi 59,17 pada post-test. Data rata-rata hasil belajar siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Rata-rata Nilai Pre-test dan Post-test Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

| Descriptive Statistics | | | | | |
|-------------------------------|----|-----|-----|-------|----------------|
| | N | Min | Max | Mean | Std. Deviation |
| Pretest_Eksperimen | 18 | 15 | 75 | 38.89 | 15.103 |
| Posttest_Eksperimen | 18 | 50 | 100 | 75.83 | 15.171 |
| Pretest_Kontrol | 18 | 10 | 55 | 34.17 | 12.277 |
| Posttest_Kontrol | 18 | 45 | 75 | 59.17 | 10.037 |
| Valid (listwise) | N | 18 | | | |

| | | | | | |
|---------------------|----|----|-----|-------|--------|
| Pretest_Eksperimen | 18 | 15 | 75 | 38.89 | 15.103 |
| Posttest_Eksperimen | 18 | 50 | 100 | 75.83 | 15.171 |
| Pretest_Kontrol | 18 | 10 | 55 | 34.17 | 12.277 |
| Posttest_Kontrol | 18 | 45 | 75 | 59.17 | 10.037 |
| Valid (listwise) | N | 18 | | | |

Berdasarkan Tabel 1, peningkatan hasil belajar pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan media *PhET Simulation* memberikan dampak positif terhadap hasil belajar siswa pada materi perubahan energi.

1. Uji N-Gain Score

Untuk mengetahui tingkat peningkatan hasil belajar siswa setelah perlakuan, dilakukan perhitungan N-Gain pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil perhitungan N-Gain disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Rata-rata N-Gain Hasil Belajar Siswa

| NGain Score | | | |
|--------------------|-------|----|----------------|
| Kelas | Mean | N | Std. Deviation |
| Eksperimen | .6273 | 18 | .21321 |
| Kontrol | .3805 | 18 | .09746 |
| Total | .5039 | 36 | .20580 |

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,62 dengan kategori sedang, sedangkan rata-rata N-Gain kelas kontrol sebesar 0,38 dengan kategori sedang.

Meskipun kedua kelas berada pada kategori yang sama, nilai N-Gain kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman konsep siswa pada kelas eksperimen lebih optimal dibandingkan kelas kontrol.

2. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui sebaran data N-Gain hasil belajar siswa. Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Uji Normalitas Data N-Gain (Shapiro-Wilk)

| Tests of Normality | | | |
|--------------------|--------------|----|------|
| Kelas | Shapiro-Wilk | | |
| | Statistic | df | Sig. |
| Eksperimen | .956 | 18 | .518 |
| Kontrol | .964 | 18 | .672 |

Berdasarkan Tabel 3, nilai signifikansi (Sig.) pada kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan nilai lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, data N-Gain hasil belajar siswa pada kedua kelas berdistribusi normal.

3. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui kesamaan varians data N-Gain antara kelas eksperimen dan

kelas kontrol. Hasil uji homogenitas disajikan pada Tabel 4..

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas Data N-Gain

| Test of Homogeneity of Variances | | | | |
|----------------------------------|------------------|-----|-----|------|
| | Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
| Based on Mean | 9.161 | 1 | 34 | .005 |
| Based on Median | 8.185 | 1 | 34 | .007 |

Berdasarkan Tabel 4, nilai signifikansi uji homogenitas menunjukkan nilai Sig. < 0,05, sehingga data dinyatakan tidak homogen. Oleh karena itu, pengujian perbedaan hasil belajar dilanjutkan menggunakan uji non-parametrik.

4. Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji hipotesis dalam penelitian ini menggunakan uji *Mann-Whitney U*. Hasil uji hipotesis disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4.5 Hasil Uji Mann-Whitney U

| Test Statistics ^a | |
|--------------------------------|-------------------|
| | NGain Score |
| Mann-Whitney U | 43.500 |
| Wilcoxon W | 214.500 |
| Z | -3.754 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | .000 |
| Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] | .000 ^b |

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,000 < 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat

perbedaan hasil belajar yang signifikan antara peserta didik yang belajar menggunakan media *PhET Simulation* dan peserta didik yang belajar menggunakan pembelajaran konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran *PhET Simulation* berpengaruh secara signifikan terhadap hasil belajar siswa pada materi perubahan energi kelas V SDN 1 Beureunuen.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran *PhET Simulation* memberikan pengaruh positif dan signifikan terhadap hasil belajar siswa pada materi perubahan energi. Hal ini dibuktikan dari perbedaan peningkatan nilai antara kelas eksperimen dan kelas kontrol serta hasil uji hipotesis yang menunjukkan nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, pembelajaran berbasis simulasi virtual terbukti lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa sekolah dasar.

Peningkatan hasil belajar pada kelas eksperimen tidak terlepas dari karakteristik *PhET Simulation* yang

mampu memvisualisasikan konsep abstrak menjadi konkret. Materi perubahan energi pada dasarnya sulit diamati secara langsung oleh siswa karena melibatkan proses yang tidak selalu tampak secara kasat mata, seperti perubahan energi listrik menjadi energi gerak atau bunyi. Melalui simulasi interaktif, siswa dapat melihat hubungan sebab akibat dari setiap perubahan energi secara langsung, sehingga proses pembelajaran tidak lagi bersifat verbalistik. Kondisi ini membuat siswa lebih mudah mengonstruksi pengetahuan berdasarkan pengalaman belajar yang dialami sendiri.

Temuan ini mendukung teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh peserta didik melalui interaksi dengan lingkungan belajar. Dalam pembelajaran menggunakan *PhET Simulation*, siswa tidak hanya menerima informasi dari guru, tetapi melakukan eksplorasi, percobaan, pengamatan, serta menarik kesimpulan melalui LKPD. Aktivitas tersebut mendorong terjadinya proses asimilasi dan akomodasi konsep sehingga pemahaman menjadi lebih mendalam dan bertahan lama.

Selain itu, visualisasi dinamis dan umpan balik langsung yang diberikan simulasi turut meningkatkan keterlibatan belajar siswa. Selama pembelajaran, siswa cenderung lebih fokus, aktif bertanya, serta berdiskusi dalam kelompok. Berbeda dengan kelas kontrol yang masih berpusat pada penjelasan guru, aktivitas belajar siswa relatif pasif dan hanya menerima informasi. Hal inilah yang menyebabkan peningkatan N-Gain kelas eksperimen berada pada kategori lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Hasil penelitian ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa *PhET Simulation* mampu meningkatkan hasil belajar dan pemahaman konsep sains. Penelitian terdahulu melaporkan bahwa penggunaan simulasi virtual memberikan pengalaman belajar menyerupai praktikum sehingga mampu menggantikan keterbatasan laboratorium. Kesamaan temuan tersebut memperkuat bahwa efektivitas *PhET* tidak hanya terjadi pada jenjang menengah, tetapi juga relevan diterapkan pada sekolah dasar.

Secara pedagogis, keberhasilan penggunaan *PhET Simulation* dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu (1) adanya pengalaman belajar langsung melalui eksperimen virtual, (2) visualisasi konkret terhadap konsep abstrak, (3) meningkatnya interaksi siswa selama pembelajaran, serta (4) pembelajaran yang berpusat pada siswa. Kombinasi keempat faktor ini menyebabkan proses belajar menjadi lebih bermakna dibandingkan pembelajaran konvensional.

Namun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, terutama pada ketersediaan perangkat teknologi dan waktu pembelajaran yang terbatas. Tidak semua siswa dapat mengeksplorasi simulasi secara maksimal karena keterbatasan penggunaan perangkat secara bergantian. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan durasi pembelajaran yang lebih panjang serta dukungan fasilitas teknologi yang lebih memadai agar efektivitas media dapat diamati secara lebih optimal.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media pembelajaran

PhET Simulation berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar siswa pada materi perubahan energi di kelas V SDN 1 Beureunuen. Hasil uji *Mann-Whitney U* menunjukkan nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar $0,000 < 0,05$, yang menandakan adanya perbedaan hasil belajar yang signifikan antara siswa yang belajar menggunakan *PhET Simulation* dan pembelajaran konvensional. Dengan demikian, media *PhET Simulation* terbukti lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar siswa.

Berdasarkan temuan penelitian, disarankan agar sekolah dan guru memanfaatkan *PhET Simulation* sebagai alternatif media pembelajaran IPA, khususnya pada materi yang bersifat abstrak. Sekolah diharapkan dapat meningkatkan dan menyediakan sarana pendukung pembelajaran berbasis teknologi, seperti perangkat komputer dan akses internet yang memadai, guna mengatasi keterbatasan fasilitas praktikum. Selain itu, guru perlu melakukan persiapan teknis dan pedagogis yang matang agar penggunaan media *PhET Simulation* dapat berjalan secara optimal. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan

penelitian dengan cakupan sampel dan materi yang lebih luas serta mengkaji variabel lain yang relevan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arum, N. S., Hartini., & Fitria A. (2024). Peningkatan Hasil Belajar Mata Pelajaran IPAS Kelas 5 Berbantuan Kuis Educaplay di SDN Nglambangan 01. *Jurnal Media Akademik (Jma)*, 2(12), ep3.
- Badriyah., Restu, D. S., Zakiya, E. F., Khudzaifah, N. Ketut, M., & Singgih, B. (2023). Manfaat PhET Simulasi dalam Menopang Sarana dan Prasarana Laboratorium Fisika untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa. *Jurnal ilmiah wahana pendidikan*, 9(2), ep89.
- Bahtiar., Ibrahim., & Maimun. The Effect Of PHET Simulation-Based Learning On The Ability To Understand Elementary Science Concepts In Work And Energy Material. *Jurnal PIPA: Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam*, 5(1), ep28.
- Kurniawan, Deden., Edi, Sutoyo., & Budi, H. (2020). Analisa Energi Impak Pada Biji Melinjo Dengan Menggunakan Alat Press Primover Compressed Air System. *Jurnal Almikanika*, 2(3), ep107.
- Lestari, F., Yetty, H., & Indawan, S. (2022). Evaluasi Pembelajaran IPA Berbasis Akhlak, Keilmuan dan Kepemimpinan di Sekolah Alam Indonesia Palembang. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 13(2), ep244.
- Masita, S. I., Pujianti B., Agustinus A., & Muhamad E. (2020). Penggunaan PhET Simulation dalam

- Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(2), ep137-138.
- Puteri, Citra Marisaha. (2025). Pengaruh Penggunaan Media Simulasi PHET pada Pembelajaran Fisika Terhadap Kemampuan Menyelesaikan Soal-Soal Hukum Kirchoff. [Skripsi, Universitas Sriwijaya]. Repository Unsri.
- Putri, Dinda Lara. (2025). Pengaruh Media Phet Simulation Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X SMK Pada Materi Energi dan Perubahan. [Skripsi, Universitas Serambi Mekkah]. Repository Universitas Serambi Mekkah.
- Ramadani, R., Salsabila. A., Banun, H., Adinda, P., Arnetta. A., & Ika D. (2025). Efektivitas Penggunaan Media Seek By Inaturalist Berbasis AI Terhadap Hasil Belajar Siswa SDN Pacar Kembang 1 Surabaya. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*. 10(2), ep5.
- Salam, P. A. (2023). Pengaruh Media Pembelajaran PHET Simulation Terhadap Pemahaman Siswa Pada Mata Pelajaran Fisika Kelas XI di SMA Negeri 9 Makassar. [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Makassar]
- Sugiyono. 2013. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung : Cv Alfabeta.
- Sumarno, M. S., Theo, J. H., & Pri, A. C. D. (2024). Model Pembelajaran Discovery Learning Berbantuan PhET Simulation untuk Meningkatkan Hasil Belajar Materi Energi. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 15(2), ep32.
- Tanzillal, M. I., Erina, H., & Iwan, P. S. (2026). Pengaruh PhET Interactive Simulation terhadap Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Termodinamika. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 14(1), ep123